

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 24 MAY 2004

WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 17 158.4

Anmeldetag: 14. April 2003

Anmelder/Inhaber: LITEF GmbH, 79115 Freiburg/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Ermittlung eines Nullpunktfehlers
in einem Corioliskreisel

IPC: G 01 C 19/56

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stremme

MÜLLER · HOFFMANN & PARTNER - PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys - European Trademark Attorneys

Innere Wiener Strasse 17
D-81667 München

Anwaltsakte: 53.980

Mü/My/sat

Anmelderzeichen: LTF-195-DE

14.04.2003

LITEF GmbH

Lörracher Str. 18
D-79115 Freiburg

**Verfahren zur Ermittlung
eines Nullpunktfehlers in einem Corioliskreisel**

Beschreibung

1 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines Nullpunktfehlers in einem Corioliskreisel.

Corioliskreisel (auch Vibrationskreisel genannt) werden in zunehmendem Umfang zu Navigationszwecken eingesetzt. Corioliskreisel weisen ein Massensystem auf, das in Schwingungen versetzt wird. Diese Schwingung ist in der Regel eine Überlagerung einer Vielzahl von Einzelschwingungen. Diese Einzelschwingungen des Massensystems sind zunächst voneinander unabhängig und lassen sich jeweils abstrakt als "Resonatoren" auffassen. Zum Betrieb eines Vibrationskreisels sind wenigstens zwei Resonatoren erforderlich: einer dieser Resonatoren (erster Resonator) wird künstlich zu Schwingungen angeregt, die im Folgenden als "Anregungsschwingung" bezeichnet wird. Der andere Resonator (zweiter Resonator) wird nur dann zu Schwingungen angeregt, wenn der Vibrationskreisel bewegt/gedreht wird. In diesem Fall treten nämlich Corioliskräfte auf, die den ersten Resonator mit dem zweiten Resonator koppeln, der Anregungsschwingung des ersten Resonators Energie entnehmen und diese auf die Ausleseschwingung des zweiten Resonators übertragen. Die Schwingung des zweiten Resonators wird im Folgenden als "Ausleseschwingung" bezeichnet. Um Bewegungen (insbesondere Drehungen) des Corioliskreisels zu ermitteln, wird die Ausleseschwingung abgegriffen und ein entsprechendes Auslesesignal (z. B. das Ausleseschwingungs-Abgriffsignal) daraufhin untersucht, ob Änderungen in der Amplitude der Ausleseschwingung, die ein Maß für die Drehung des Corioliskreisels darstellen, aufgetreten sind. Corioliskreisel können sowohl als Open-Loop-Systeme als auch als Closed-Loop-Systeme realisiert werden. In einem Closed-Loop-System wird über jeweilige Regelkreise die Amplitude der Ausleseschwingung fortlaufend auf einen festen Wert - vorzugsweise null - zurückgestellt.

Im Folgenden wird zur weiteren Verdeutlichung der Funktionsweise eines Corioliskreisels unter Bezugnahme auf Figur 2 ein Beispiel eines Corioliskreisels in Closed-Loop-Ausführung beschrieben.

Ein solcher Corioliskreisel 1 weist ein in Schwingungen versetzbares Massensystem 2 auf, das im Folgenden auch als "Resonator" bezeichnet wird. Diese Bezeichnung ist zu unterscheiden von den oben erwähnten "abstrakten" Resonatoren, die Einzelschwingungen des "echten" Resonators darstellen. Wie bereits er-

1 wähnt, kann der Resonator 2 als System aus zwei "Resonatoren" (erster Resonator 3 und zweiter Resonator 4) aufgefasst werden. Sowohl der erste als auch der zweite Resonator 3, 4 sind jeweils an einen Kraftgeber (nicht gezeigt) und an ein Abgriffssystem (nicht gezeigt) gekoppelt. Das Rauschen, das durch die Kraftgeber und die Abgriffssysteme erzeugt wird, ist hier durch Noise1 (Bezugszeichen 5) und Noise2 (Bezugszeichen 6) schematisch angedeutet.

Der Corioliskreisel 1 weist des Weiteren vier Regelkreise auf:

10 Ein erster Regelkreis dient zur Regelung der Anregungsschwingung (d.h. der Frequenz des ersten Resonators 3) auf eine feste Frequenz (Resonanzfrequenz). Der erste Regelkreis weist einen ersten Demodulator 7, ein erstes Tiefpassfilter 8, einen Frequenzregler 9, einen VCO ("Voltage Controlled Oscillator") 10 und einen ersten Modulator 11 auf.

15 Ein zweiter Regelkreis dient zur Regelung der Anregungsschwingung auf eine konstante Amplitude und weist einen zweiten Demodulator 12, ein zweites Tiefpassfilter 13 und einen Amplitudenregler 14 auf.

20 Ein dritter und ein vierter Regelkreis dienen zur Rückstellung derjenigen Kräfte, die die Ausleseschwingung anregen. Dabei weist der dritte Regelkreis einen dritten Demodulator 15, ein drittes Tiefpassfilter 16, einen Quadraturregler 17 und einen dritten Modulator 22 auf. Der vierte Regelkreis enthält einen vierten Demodulator 19, ein vierthes Tiefpassfilter 20, einen Drehratenregler 21 und einen zweiten Modulator 18.

Der erste Resonator 3 wird mit dessen Resonanzfrequenz ω_1 angeregt. Die resultierende Anregungsschwingung wird abgegriffen, mittels des ersten Demodulators 7 in Phase demoduliert, und ein demodulierter Signalanteil wird dem ersten Tiefpassfilter 8 zugeführt, der daraus die Summenfrequenzen entfernt. Das abgegriffene Signal wird im Folgenden auch als Anregungsschwingungs-Abgriffsignal bezeichnet. Ein Ausgangssignal des ersten Tiefpassfilters 8 beaufschlägt einen Frequenzregler 9, der in Abhängigkeit des ihm zugeführten Signals den VCO 10 so regelt, dass die In-Phase-Komponente im Wesentlichen zu Null wird. Dazu gibt der VCO 10 ein Signal an den ersten Modulator 11, der seinerseits einen Kraftgeber so steuert, dass der erste Resonator 3 mit einer Anregungskraft beaufschlägt wird. Ist die In-Phase-Komponente Null, so schwingt der erste Re-

- 1 sonator 3 auf seiner Resonanzfrequenz ω_1 . Es sei erwähnt, dass sämtliche Modulatoren und Demodulatoren auf Basis dieser Resonanzfrequenz ω_1 betrieben werden.
- 5 Das Anregungsschwingungs-Abgriffsignal wird des Weiteren dem zweiten Regelkreis zugeführt und durch den zweiten Demodulator 12 demoduliert, dessen Ausgabe das zweite Tiefpassfilter 13 passiert, dessen Ausgangssignal wiederum dem Amplitudenregler 14 zugeführt wird. In Abhängigkeit dieses Signals und eines Soll-Amplitudengebers 23 regelt der Amplitudenregler 14 den ersten Modulator 11 so, dass der erste Resonator 3 mit einer konstanten Amplitude schwingt (d.h. die Anregungsschwingung weist eine konstante Amplitude auf).

Wie bereits erwähnt wurde, treten bei Bewegung/Drehungen des Corioliskreisels 1 Corioliskräfte – in der Zeichnung durch den Term $FC \cdot \cos(\omega_1 \cdot t)$ angedeutet – auf. Der ersten Resonator 3 mit dem zweiten Resonator 4 koppeln und damit den zweiten Resonator 4 zum Schwingen anregen. Eine resultierende Ausleseschwingung der Frequenz ω_2 wird abgegriffen, sodass ein entsprechendes Ausleseschwingungs-Abgriffssignal (Auslesesignal) sowohl dem dritten als auch dem vierten Regelkreis zugeführt wird. Im dritten Regelkreis wird dieses Signal durch den dritten Demodulator 15 demoduliert, Summenfrequenzen durch das dritte Tiefpassfilter 16 entfernt und das tiefpassgefilterte Signal dem Quadraturregler 17 zugeführt, dessen Ausgangssignal den dritten Modulator 22 so beaufschlagt, dass entsprechende Quadraturanteile der Ausleseschwingung rückgestellt werden. Analog hierzu wird im vierten Regelkreis das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal durch den vierten Demodulator 19 demoduliert, durchläuft das vierte Tiefpassfilter 20, und ein entsprechend tiefpassgefiltertes Signal beaufschlagt einerseits den Drehratenregler 21, dessen Ausgangssignal proportional zur momentanen Drehrate ist und als Drehraten-Messergebnis auf einen Drehratenausgang 24 gegeben wird, und andererseits den zweiten Modulator 18, der entsprechende Drehratenanteile der Ausleseschwingung rückstellt.

Ein Corioliskreisel 1 wie oben beschrieben kann sowohl doppelresonant als auch nichtdoppelresonant betrieben werden. Wird der Corioliskreisel 1 doppelresonant betrieben, so ist die Frequenz ω_2 der Ausleseschwingung annähernd gleich der Frequenz ω_1 der Anregungsschwingung, wohingegen im nichtdoppelresonanten Fall die Frequenz ω_2 der Ausleseschwingung verschieden von der Frequenz ω_1 der Anregungsschwingung ist. Im Fall der Doppelresonanz beinhaltet

1 tet das Ausgangssignal des vierten Tiefpassfilters 20 entsprechende Information über die Drehrate, im nichtdoppelresonanten Fall dagegen das Ausgangssignal des dritten Tiefpassfilters 16. Um zwischen den unterschiedlichen Betriebsarten doppelresonant/nichtdoppelresonant umzuschalten, ist ein Doppelschalter 25 vorgesehen, der die Ausgänge des dritten und vierten Tiefpassfilters 16, 20 wahlweise mit dem Drehratenregler 21 und dem Quadraturregler 17 verbindet.

Das Massensystem 2 (Resonator) weist generell mehrere Eigenresonanzen auf, d. h. es können verschiedene Eigenschwingungen des Massensystems 2 angeregt werden. Eine dieser Eigenschwingungen ist die künstlich erzeugte Anregungsschwingung. Eine weitere Eigenschwingung stellt die Ausleseschwingung dar, die durch die Corioliskräfte bei Drehung des Corioliskreisels 1 angeregt wird. Durch die mechanische Struktur bedingt bzw. aufgrund unvermeidbarer Fertigungstoleranzen kann nicht verhindert werden, dass neben der Anregungsschwingung und der Ausleseschwingung auch andere Eigenschwingungen des Massensystems 2, teilweise weitab von deren Resonanz, angeregt werden. Die unerwünscht angeregten Eigenschwingungen bewirken jedoch eine Änderung des Ausleseschwingungs-Abgriffssignals, da diese Eigenschwingungen am Ausleseschwingungs-Signalabgriff wenigstens teilweise mitausgelesen werden. Das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal setzt sich demnach aus einem Teil, der durch Corioliskräfte hervorgerufen wird, und einem Teil, der von der Anregung unerwünschter Resonanzen herrührt, zusammen. Der unerwünschte Teil verursacht einen Nullpunktfehler des Corioliskreisels, dessen Größe nicht bekannt ist, womit beim Abgreifen des Ausleseschwingungs-Abgriffssignals nicht zwischen diesen beiden Teilen differenziert werden kann.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist es, ein Verfahren bereit zu stellen, mit dem der oben beschriebene Einfluss der Schwingungen "dritter" Moden bestimmt und somit der Nullpunktfehler ermittelt werden kann.

30 Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Ferner stellt die Erfindung einen Corioliskreisel gemäß Patentanspruch 7 bereit. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens finden sich in jeweiligen Unteransprüchen.

35 Erfindungsgemäß wird bei einem Verfahren zur Ermittlung eines Nullpunktfehlers eines Corioliskreisels der Resonator des Corioliskreisels mit entsprechenden

- 1 Störkräften so beaufschlagt, dass wenigstens eine Eigenschwingung des Resonators, die sich von der Anregungsschwingung und der Ausleseschwingung des Resonators unterscheidet, angeregt wird, wobei eine Änderung einer die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignals, die aus der Anregung der wenigstens einen Eigenschwingung resultiert, als Maß für den Nullpunktfehler ermittelt wird.

Unter "Resonator" wird hierbei das gesamte in Schwingung versetzbare Massensystem des Corioliskreisels verstanden, also mit Bezug auf Fig. 2 der mit Bezugsziffer 2 gekennzeichnete Teil des Corioliskreisels.

Die der Erfindung zugrundeliegende Idee ist, unerwünschte Eigenschwingungen des Resonators (d. h. Eigenschwingungen, die weder die Anregungsschwingung noch die Ausleseschwingung sind) künstlich anzuregen, und deren Auswirkungen auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal zu beobachten. Die Anregung der unerwünschten Eigenschwingungen erfolgt hierbei durch Beaufschlagen des Resonators mit entsprechenden Störkräften. Die "Durchschlagsstärke" derartiger Störungen auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal stellt ein Maß für den Nullpunktfehler ("Bias") des Corioliskreisels dar. Ermittelt man also die Stärke eines in dem Ausleseschwingungs-Abgriffssignal enthaltenen Störanteils und vergleicht man diesen mit der Stärke der diesen Störanteil erzeugenden Störkräfte, so lässt sich daraus der Nullpunktfehler ableiten.

Vorzugsweise erfolgt die künstliche Anregung der Eigenschwingungen sowie das Ermitteln des "Durchschlags" der Eigenschwingungen auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal während des Betriebs des Corioliskreisels. Die Bestimmung des Nullpunktfehlers kann jedoch auch ohne Existenz von Anregungsschwingung durchgeführt werden.

- 30 Die Störkräfte sind vorzugsweise Wechselkräfte mit entsprechenden Störfrequenzen, beispielsweise eine Überlagerung von Sinus- bzw. Kosinuskräften. Hierbei sind die Störfrequenzen vorteilhafterweise gleich oder im Wesentlichen gleich den Eigenschwingungsfrequenzen des Resonators. Die Änderungen des Auslesesignals (Störanteil) können erfasst werden, indem das Auslesesignal einem De-
35 modulationsprozess auf Basis der Störfrequenzen unterworfen wird.

- 1 Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung des Nullpunktfehlerbeitrags, der durch eine der wenigstens einen Eigenschwingung (d. h. durch eine der "dritten" Moden) bewirkt wird, durch Ermitteln der Stärke der entsprechenden Änderung im Auslesesignal, Ermitteln der entsprechenden Resonanzgüte der Eigenschwingung
- 5 und durch Verrechnen von ermittelter Stärke und Resonanzgüte.

Die Ermittlung der Resonanzgüte einer Eigenschwingung erfolgt vorzugsweise durch Verstimmen der entsprechenden Störfrequenz bei gleichzeitigem Messen der dadurch bewirkten Änderung im Auslesesignal.

- 10 Um die Auswirkungen der unerwünschten Eigenschwingungen auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal zu untersuchen, können mehrere der Eigenschwingungen gleichzeitig angeregt werden, und deren "gemeinsamer" Einfluss auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal erfasst werden. Vorzugsweise werden alle
- 15 interessierenden störenden Eigenschwingungen jedoch einzeln angeregt und deren jeweilige Auswirkung auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal separat beobachtet. Die somit erhaltenen Nullpunktfehlerbeiträge der einzelnen Eigenschwingungen können dann addiert werden, um den durch die Eigenschwingungen bewirkten "Gesamtnullpunktfehler" (hier als "Nullpunktfehler" bezeichnet)
- 20 zu bestimmen.

Der Störanteil kann direkt aus dem Ausleseschwingungs-Abgriffssignal ermittelt werden.

- 25 Die Erfindung stellt weiterhin einen Corioliskreisel bereit, der gekennzeichnet ist durch eine Einrichtung zur Bestimmung eines Nullpunktfehlers des Corioliskreisels. Die Einrichtung weist auf:
 - eine Störeinheit, die den Resonator des Corioliskreisels mit entsprechenden Störkräften so beaufschlagt, dass wenigstens eine Eigenschwingung des Resonators, die sich von der Anregungsschwingung und der Ausleseschwingung des Resonators unterscheidet, angeregt wird, und
 - eine Störsignal-Detektoreinheit, die einen Störanteil, der in einem die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist und durch die Anregung der wenigstens einen Eigenschwingung bewirkt wurde, als Maß für
- 30 35 den Nullpunktfehler ermittelt.

Wenn die Störkräfte durch Wechselkräfte mit bestimmten Störfrequenzen gege-

1 ben sind, weist die Störsignal-Detektoreinheit eine Demodulationseinheit auf, mit der das Auslesesignal einem Demodulationsprozess (synchrone Demodulation mit den Störfrequenzen) unterzogen wird. Auf diese Weise wird aus dem Auslesesignal der Störanteil ermittelt.

5 Vorzugsweise weist die Störsignal-Detektoreinheit zwei in Quadratur zueinander arbeitende Demodulatoren, zwei Tiefpassfilter und eine Steuer- und Auswerteeinheit auf, wobei den Demodulatoren das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal zugeführt wird, die Ausgabesignale der beiden Demodulatoren durch jeweils eines der Tiefpassfilter gefiltert werden und die Ausgangssignale der Tiefpassfilter der Steuer- und Auswerteeinheit zugeführt werden, die darauf basierend den Nullpunktfehler ermittelt.

10 Die Steuer- und Auswerteeinheit beaufschlagt auf Basis der ihr zugeführten Signale die Störeinheit, womit die Frequenzen der Störkräfte durch die Steuer- und Auswerteeinheit regelbar sind.

15 Für die Ermittlung des Nullpunktfehlers ist sowohl die Stärke des Störanteils im Auslesesignal als auch die Resonanzgüte der entsprechenden Eigenschwingung zu ermitteln. Sodann sind diese Werte zu verrechnen, um den Nullpunktfehler zu erhalten. Für die Ermittlung der Resonanzgüte ist eine Verstimmung der Frequenz der Störeinheit über die Resonanz bei gleichzeitiger Messung über die Störsignal-Detektoreinheit erforderlich. Dies wird vorzugsweise mittels einer Software realisiert, die Folgendes tut:

20

- Aufsuchen der "wesentlichen" dritten (störenden) Eigenresonanzen
- Abfahren der zugehörigen Resonanzkurve
- Berechnung der Güte und der Stärke der Anregung und der "Sichtbarkeit" dieser dritten Schwingung im Auslesekanal
- Berechnung des Beitrags dieser dritten Schwingung zum Bias auf Basis von Güte, Stärke und "Sichtbarkeit"

25

Der Bias kann durch die Software rechnerisch kompensiert werden.

30 35 Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren die Erfahrung in beispielweiser Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen:

1 Figur 1 den schematischen Aufbau eines Corioliskreisels, der auf dem erfindungsgemäßen Verfahren basiert;

Figur 2 den schematischen Aufbau eines herkömmlichen Corioliskreisels;

5 In den Zeichnungen sind Teile bzw. Einrichtungen, die denen aus Figur 2 entsprechen, mit den selben Bezugszeichen gekennzeichnet und werden nicht nochmals erläutert. In der folgenden Beschreibung wird unter Bezugnahme auf Figur 1 das erfindungsgemäße Verfahren in beispielweiser Ausführungsform
10 näher erläutert.

Ein rückgestellter Corioliskreisel ist zusätzlich mit einer Steuer- und Auswerteinheit 26, einem Modulator 27 (Störeinheit) mit verstellbarer Frequenz ω_{mod} und vorzugsweise verstellbarer Amplitude, zwei in Quadratur bei der Frequenz
15 ω_{mod} arbeitenden Demodulatoren 28, 29, und einem fünften und sechsten Tiefpassfilter 30 und 31 versehen. Die Störeinheit 27 erzeugt ein Wechselsignal mit der Frequenz ω_{mod} , das auf den Krafteintrag des Anregungsschwingers (erster Resonator 3) aufaddiert wird. Ferner wird dieses Signal den Demodulatoren 28,
20 29 als Referenzsignal zugeführt. Damit wird der Resonator 2 zusätzlich mit einer Wechselkraft, die dem Wechselsignal entspricht, beaufschlagt. Diese Wechselkraft regt zusätzlich zur Anregungsschwingung eine weitere Eigenschwingung (auch als "dritte" Eigenmode bezeichnet) des Resonators 2 an, deren Auswirkungen sich in Form eines Störanteils im Ausleseschwingungs-Abgriffssignal beobachten lassen. In diesem Beispiel wird das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal ei
25 nem Demodulationsprozess in Phase und Quadratur zur durch den Modulator 27 bewirkten Anregung unterzogen, der durch die Demodulatoren 28, 29 ausgeführt wird und bei der Frequenz ω_{mod} (Störfrequenz) erfolgt. Das somit erhaltene Signal wird tiefpassgefiltert (durch das fünfte und sechste Tiefpassfilter 30, 31) und der Steuer- und Auswerteeinheit 26 zugeführt. Diese Steuer- und Aus
30 werteeinheit 26 steuert die Frequenz ω_{mod} und eventuell die Anregungsamplitude des durch den Modulator 27 erzeugten Wechselsignals derart, dass die Frequenzen und Stärken der "wesentlichen" dritten Eigenmoden sowie deren Güten laufend ermittelt werden. Die Steuer- und Auswerteeinheit 26 berechnet hieraus den jeweils aktuellen Biasfehler und führt sie einer Korrektur des Kreiselbias zu.

Patentansprüche

1 1. Verfahren zur Ermittlung eines Nullpunktfehlers eines Corioliskreisels
(1'), bei dem

- der Resonator (2) des Corioliskreisels (1') mit entsprechenden Störkräften so beaufschlagt wird, dass wenigstens eine Eigenschwingung des Resonators (2),
5 die sich von der Anregungsschwingung und der Ausleseschwingung des Resona-tors (2) unterscheidet, angeregt wird, und
 - eine Änderung einer die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesi-gnals, die aus der Anregung der wenigstens einen Eigenschwingung resultiert,
als Maß für den Nullpunktfehler ermittelt wird.

10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Störkräf-te Wechselkräfte mit entsprechenden Störfrequenzen sind, wobei die Störfrequen-zien Eigenschwingungs-Frequenzen des Resonators (2) sind.

15 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Änderung des Auslesesignals erfasst wird, indem das Auslesesignal einem De-modulationsprozess auf Basis der Störfrequenzen unterworfen wird.

20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ermittlung des Nullpunktfehlerbeitrags, der durch eine der wenigstens einen Eigenschwingung bewirkt wird, durch Ermitteln der Stärke der entspre-chenden Änderung im Auslesesignal, Ermitteln der entsprechenden Resonanz-güte der Eigenschwingung und durch Verrechnen von ermittelter Stärke und
Resonanzgüte erfolgt.

25 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ermitt-lung der Resonanzgüte einer Eigenschwingung durch Verstimmen der entspre-chenden Störfrequenz bei gleichzeitigem Messen der dadurch bewirkten Ände-rung im Auslesesignal erfolgt.

30 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-zeichnet**, dass sukzessive mehrere Eigenschwingungen des Resonators (2) ange-regt werden, entsprechende Änderungen des Auslesesignals erfasst werden, und entsprechende Nullpunktfehlerbeiträge ermittelt werden, wobei der Nullpunktfeh-ler des Corioliskreisels (1') durch Addition der Nullpunktfehlerbeiträge bestimmt

1 wird.

7. Corioliskreisel (1'), gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Bestimmung des Nullpunktfehlers des Corioliskreisels (1'), mit:

5 - einer Störeinheit (27), die den Resonator (2) des Corioliskreisels (1') mit entsprechenden Störkräften so beaufschlagt, dass wenigstens eine Eigenschwingung des Resonators (2) angeregt wird, die sich von der Anregungsschwingung und der Ausleseschwingung des Resonators (2) unterscheidet, und

10 - einer Störsignal-Detektiereinheit (26, 28, 29, 30, 31), die einen Störanteil, der in einem die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist und durch die Anregung der wenigstens einen Eigenschwingung bewirkt wurde, als Maß für den Nullpunktfehler ermittelt.

8. Corioliskreisel (1') nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Störsignal-Detektiereinheit aus zwei in Quadratur zueinander arbeitenden Demodulatoren (28, 29), zwei Tiefpassfiltern (30, 31) und einer Steuer- und Auswerteeinheit (26) besteht, wobei den Demodulatoren (28, 29) das Ausleseschwingsungs-Abgriffssignal zugeführt wird, die Ausgabesignale der beiden Demodulatoren (28, 29) durch jeweils eines der Tiefpassfilter (30, 31) gefiltert werden und 20 die Ausgangssignale der Tiefpassfilter (30, 31) der Steuer- und Auswerteeinheit (26) zugeführt werden, die darauf basierend den Nullpunktfehler ermittelt.

9. Corioliskreisel (1') nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (26) auf Basis der ihr zugeführten Signale die Stör- 25 einheit beaufschlagt, womit die Frequenzen der Störkräfte durch die Steuer- und Auswerteeinheit (26) regelbar sind.

Zusammenfassung

**Verfahren zur Ermittlung
eines Nullpunktfehlers in einem Corioliskreisel**

Bei einem Verfahren zur Ermittlung des Nullpunktfehlers eines Corioliskreisels (1') der Resonator (2) des Corioliskreisels (1') mit entsprechenden Störkräften so beaufschlagt, dass wenigstens eine Eigenschwingung des Resonators (2), die sich von der Anregungsschwingung und der Ausleseschwingung des Resonators (2) unterscheidet, angeregt wird, und eine Änderung einer die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignals, die aus der Anregung der wenigstens einen Eigenschwingung resultiert, als Maß für den Nullpunktfehler ermittelt wird.

(Fig. 1)

Figur für die Zusammenfassung

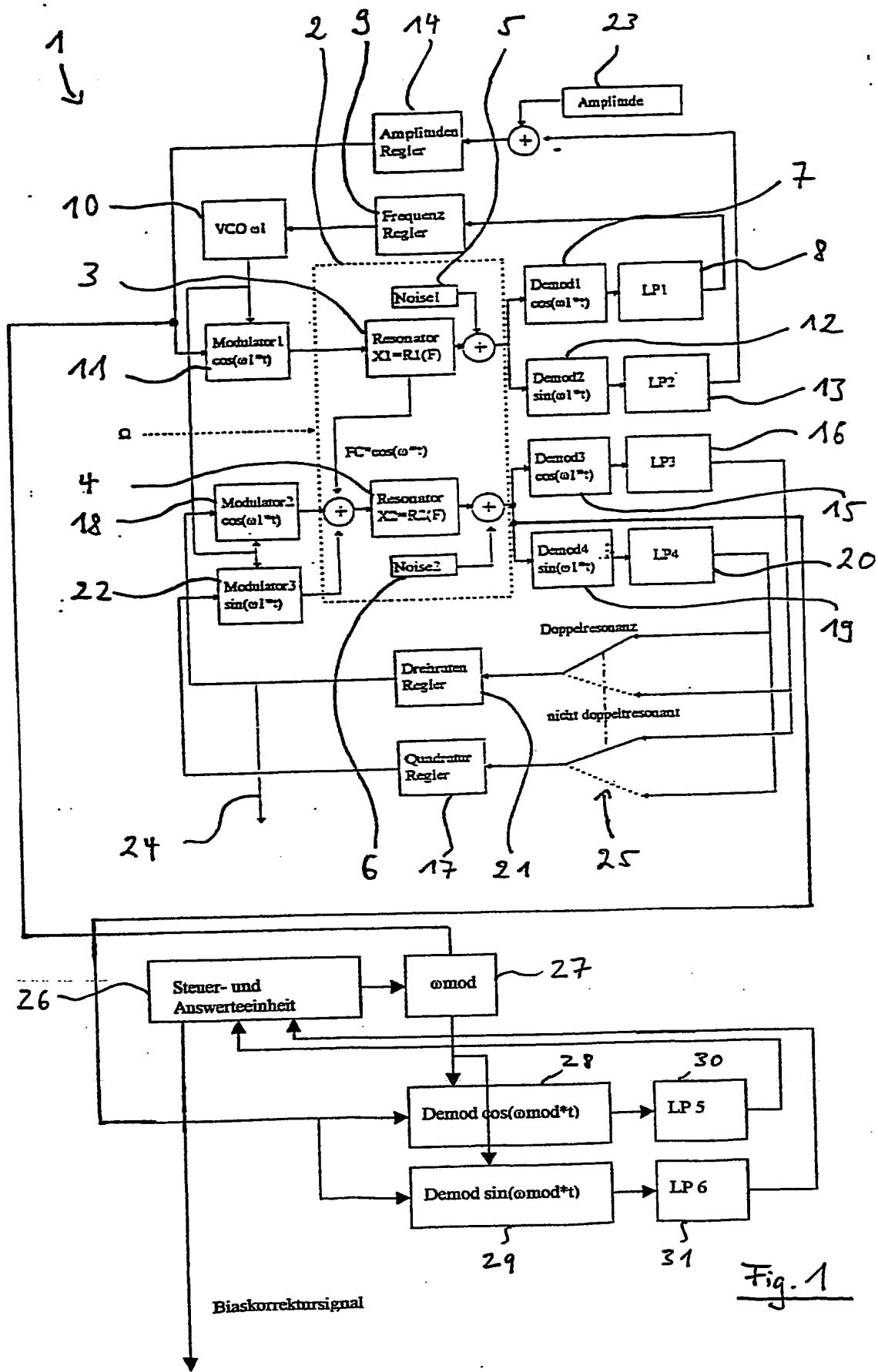


Fig. 1

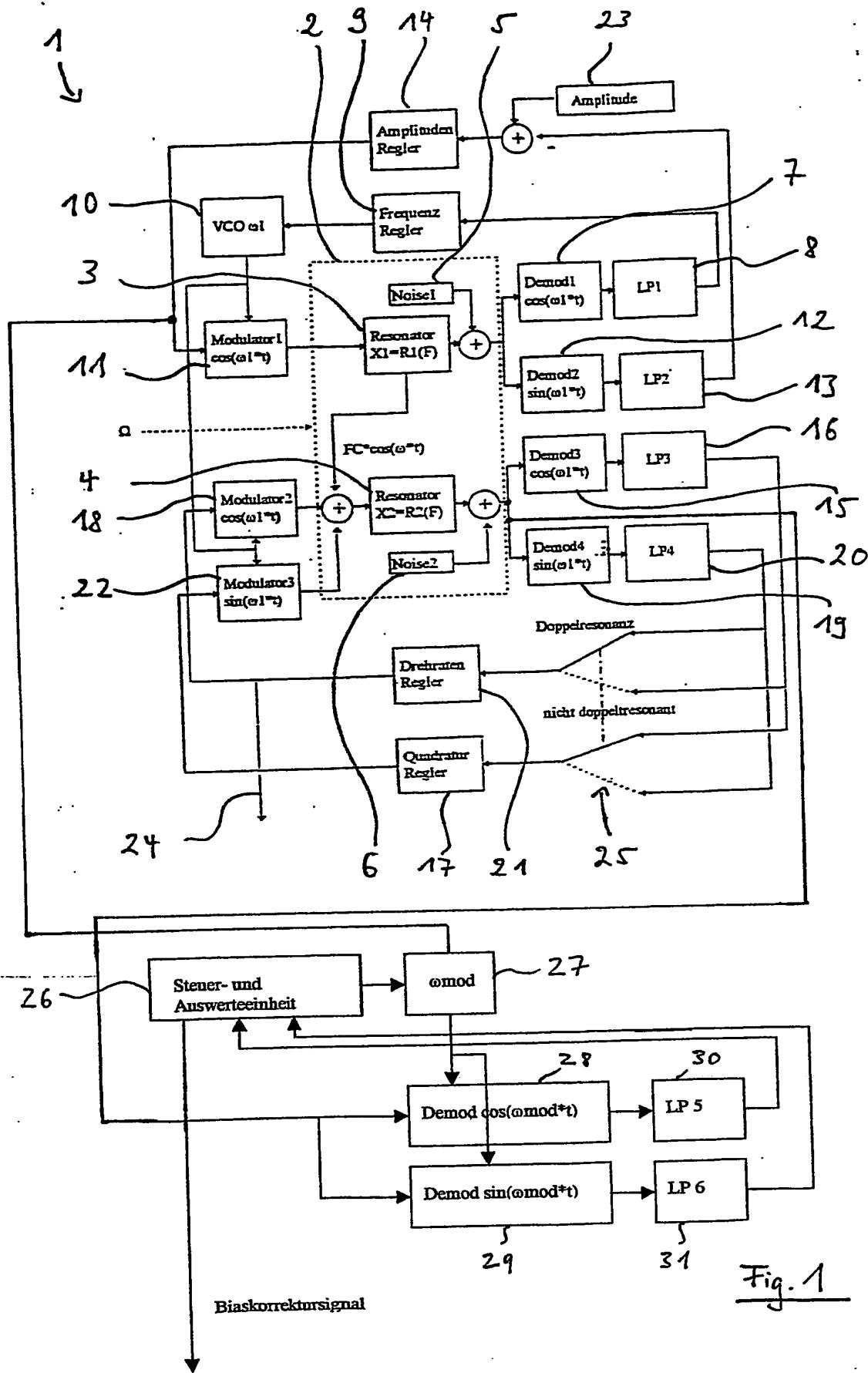


Fig. 2